



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 58 553 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 04 N 1/41

21 Aktenzeichen: 199 58 553.9  
22 Anmeldetag: 4. 12. 1999  
43 Offenlegungstag: 7. 6. 2001

DE 199 58 553 A 1

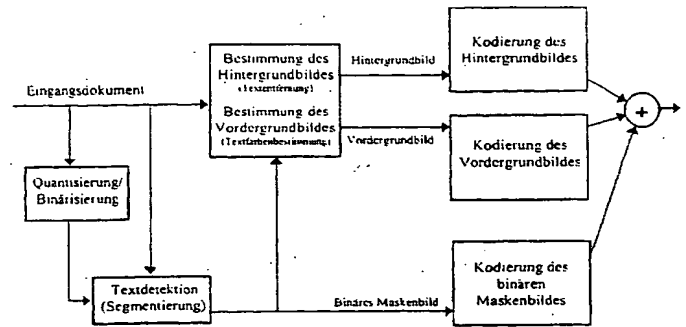
71 Anmelder:  
LuRaTech Gesellschaft für Luft- und  
Raumfahrttechnologie & Multimedia mbH, 10245  
Berlin, DE  
  
74 Vertreter:  
Pfeiffer, E., Dipl.-Jur., Pat.-Anw., 01309 Dresden

72 Erfinder:  
Barthel, Kai Uwe, 12159 Berlin, DE; McPartlin,  
Simon, 10245 Berlin, DE; Thierschmann, Michael,  
14197 Berlin, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren zur Kompression von gescannten Farb- und/oder Graustufendokumenten

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompression von gescannten Farb- und/oder Graustufendokumenten, wobei das digitale Bild des gescannten Dokuments in drei Bildebenen - ein Vordergrundbild, ein Hintergrundbild und ein binäres Maskenbild - zerlegt wird. Zunächst wird aus dem definiert verkleinerten Originaldokument mit einem adaptiven Schwellwertverfahren ein lokal variables Schwellwertbild erzeugt und wieder auf die Größe des Originaldokumentes gebracht. Das Originalbild wird anschließend mit diesem Schwellwertbild quantisiert, um ein bitonales Quantisierungsbild herzustellen. Danach erfolgt eine Textdetektion (Segmentierung), welche das Dokument in Vordergrund- und Hintergrundregionen unterteilt und das Ergebnis der Segmentierung in einem binären Maskenbild ablegt. Aus dem Originalbild und dem Maskenbild werden ein Vorder- und ein Hintergrundbild hergestellt und die drei Bilder anschließend jeweils mit einem geeigneten Bildkoder kodiert.



Blockschaltbild des beschriebenen Dokumentenkompressionsverfahrens

DE 199 58 553 A 1

BEST AVAILABLE COPY

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompression von gescannten Farb- bzw. Graustufendokumenten, wobei das digitale Bild des gescannten Dokuments in drei Bildebenen zerlegt wird. Diese Bildebenen sind ein Vordergrundbild, ein Hintergrundbild und ein binäres Maskenbild. Das Maskenbild beschreibt, welche Bereiche des Dokuments zum Vordergrund bzw. zum Hintergrund gehören.

Bestandteile des Vordergrundes sind Text und graphische Elemente. Die Farbigkeit bzw. die Intensität dieser Vordergrundbereiche wird durch das Vordergrundbild beschrieben. Zu den Hintergrundbereichen zählen der Texthintergrund sowie die im Dokument enthaltenen Bilder. Die Farb- bzw. Helligkeitsinformation des Hintergrundes sowie die in dem Dokument enthaltenen Bilder sind im Hintergrundbild enthalten. Jedes der drei Bilder wird für sich mit einem geeigneten Bildkodierungsverfahren kodiert. Bei der Dekodierung wird das Dokument aus dem Vordergrund- und Hintergrundbild wieder zusammengesetzt. Hierbei beschreibt das binäre Maskenbild, in welchen Bereichen das rekonstruierte Dokument aus dem Vordergrundbild bzw. aus dem Hintergrundbild zu erzeugen ist.

Bei geeigneter Zerlegung des Dokuments in die beschriebenen drei Bildebenen lassen sich mit dieser Repräsentation deutlich bessere Kompressionsergebnisse als mit Bildkodierungsverfahren erzielen, die das Dokument als Ganzes kodieren. Die Erfindung beschreibt ein neues Verfahren zur Bestimmung des binären Maskenbildes sowie eine Methode zur effizienten Zerlegung des Originaldokuments in die Vordergrund- und Hintergrundbilder. Hierbei werden keinerlei spezielle Annahmen über Art oder Aufbau des Dokuments vorausgesetzt.

## Stand der Technik

Dokumente, die mit hohen Auflösungen gescannt werden, benötigen sehr viel Speicherplatz für die anfallenden digitalen Bilddaten. So ergeben sich bei einem 300 dpi Scan einer farbigen A4-Seite ca. 25 Millionen Bytes, bei einem farbigen 600 dpi Scan sogar ca. 100 Millionen Bytes. Dokumente mit Datenmengen dieser Größenordnung lassen sich unkomprimiert nur in geringen Mengen archivieren, eine Übertragung über Netzwerke mit niedrigen Übertragungsraten ist praktisch unmöglich.

Verlustlose Kompressionsverfahren wie der verlustlose Modus des JPEG-Standards (JPEG-LS) oder Lempel-Ziv Welch (LZW) ermöglichen nur sehr geringe Kompressionsfaktoren. Höhere Kompressionsfaktoren sind nur durch den Einsatz verlustbehafteter Kompressionsverfahren möglich. Als Standardverfahren ist das DCT-basierte "JPEG-Verfahren" der Joint Pictures Expert Group zu nennen. Jedoch weder das JPEG-Verfahren noch neuere, bessere Wavelet-basierte Kompressionsverfahren lassen sich für die hochgradige Kompression von gescannten Dokumenten einsetzen. Diese reinen Bildkompressionsverfahren setzen die Statistik von typischen Bildsignalen voraus, die durch eine hohe örtliche Korrelation gekennzeichnet ist. Da bei gescannten Dokumenten diese Annahmen nicht zutreffen, werden bei hohen Kompressionsfaktoren die textuellen Anteile der Dokumente derart stark verändert, daß ein Lesen des Textes unmöglich wird. Gegenwärtig werden Dokumente zur Archivierung üblicherweise binär gescannt und mit den CCITT Fax-Kompressionsstandards "Fax Group 32" bzw. "Fax Group 4" komprimiert. Bei diesen rein binären Kompressionsverfahren bleibt die Lesbarkeit im allgemeinen erhalten, jedoch gehen die Helligkeits- und Farbinformationen der Bildanteile vollständig verloren.

Ein neuer Ansatz, der diese Probleme umgeht, ist der aktuell in der Planung befindliche Mixed Raster Content Standard (MRC) (ITU Empfehlung T.44). Danach ist es möglich, ein Dokument in Regionen unterschiedlicher örtlicher Auflösung zu unterteilen, die auf unterschiedliche Weise kodiert werden können. Ein Modus des MRC-Standards ist ein Multilayerkodierungsmodus, der eine Zerlegung des Dokuments in die drei zuvor beschriebenen Ebenen vorsieht. Im MRC-Standard wird jedoch ausschließlich der Dekodierungsprozeß eindeutig festgelegt, es gibt keine Vorgaben, wie die Zerlegung des Dokuments in die drei Bildebenen bei der Kodierung zu realisieren ist. Ein Verfahren, welches diesen Multilayerkodierungsmodus verwendet, ist in US Patent Nummer 5.779.092 beschrieben. Es setzt jedoch Bedingungen voraus, die in vielen zu bearbeitenden Dokumenten nicht anzutreffen sind: Die Form von Bildern wird grundsätzlich als rechteckig vorausgesetzt. Eine Hinterlegung von Text mit Hintergrundbildern bzw. das Vorhandensein von Text innerhalb von Bildern ist nicht vorgesehen. Weiterhin muß der Dokumentenhintergrund grundsätzlich weiß bzw. hell sein.

Ziel der Erfindung ist es, die Kompression gescannter Dokumente ohne Einschränkungen an die Beschaffenheit der Vorlagen, wie heller Hintergrund, rechteckige Abbildungen, exakte Trennung von Bild- und Textbestandteilen, zu ermöglichen. Darüber hinaus soll der Aufwand an Rechenzeit und Speicherkapazität deutlich gesenkt werden. Weiterhin sollen unterschiedliche Dokumentenklassen und Bilder über wenige Steuerparameter nach einem einheitlichen Verfahren komprimiert werden.

Ausgehend von der Repräsentation des Dokuments in den drei Ebenen – Vordergrund-, Hintergrund- und Maskenbild – ist der grundsätzliche Ablauf des erfindungsgemäßen Kompressionsverfahrens im Hauptanspruch 1 dargestellt. Detaillierte, vorteilhafte Ausgestaltungen der aufeinanderfolgenden Verfahrensschritte sind in den Unteransprüchen 2 bis 9 enthalten.

Zunächst wird aus dem definiert verkleinerten Originaldokument mit einem adaptiven Schwellwertverfahren ein lokal variables Schwellwertbild erzeugt und wieder auf die Größe des Originaldokumentes gebracht. Das Originalbild wird anschließend mit diesem Schwellwertbild quantisiert, um ein bitonales Quantisierungsbild herzustellen. Anhand dieses Quantisierungsbildes und dem Originalbild wird danach eine Textdetektion (Segmentierung) durchgeführt, welche das Dokument in Vordergrund- und Hintergrundregionen unterteilt. Hierbei werden Regionen wie Text und graphische Elemente dem Vordergrundbild, Texthintergrund und Bilder dem Hintergrundbild zugeordnet. Das Ergebnis dieser Segmentierung wird im binären Maskenbild abgelegt. Das binäre Maskenbild hat die gleiche Größe bzw. Auflösung wie das Originalbild. Anschließend wird aus dem Originalbild und dem Maskenbild das Vordergrundbild erzeugt, welches die Farbigkeit der Vordergrundregionen beschreibt. Dieses Vordergrundbild besitzt eine gegenüber dem Originalbild reduzierte Auflösung. Aus dem Komplement des bitonalen Maskenbildes und dem Originalbild wird danach das Hintergrundbild wiederum mit verringerter Auflösung erzeugt. Die drei Bilder werden anschließend jeweils mit einem geeigneten Bildkoder kodiert.

Die Quantisierung bzw. Binärisierung des Originaldokuments geschieht in zwei Schritten: Zunächst wird mit einem adaptiven Verfahren ein lokal variabler Schwellwert bestimmt. Der Vergleich der Grauwertrepräsentation des Originaldokuments mit diesem Schwellwert liefert das binäre Quantisierungsbild.

Liegt das Originaldokument als farbiges Dokument vor, wird es zunächst in ein Graustufenbild und zwei Farbdiffe-

renzkomponentenbilder umgewandelt. Zur Bestimmung des lokal variablen Schwellwertbildes wird das Graustufenbild verwendet. Das Graustufenbild, welches normalerweise mit einer Auflösung von 150 bis 600 dpi vorliegt, wird auf eine geeignete Größe verkleinert. Hierzu wird eine Tiefpaßfilterung mit anschließender Unterabtastung durchgeführt. Durch die Verkleinerung werden örtliche Störungen des Originalscans wie Rauschen, Dither- oder Rastereffekte verringert, wodurch sich verlässlichere Schwellwerte bestimmen lassen. Weiterhin wird hierdurch der Rechenaufwand zur Bestimmung der Schwellwerte reduziert.

Als nächstes wird eine lokale Dynamikanalyse durchgeführt. Hierzu wird das verkleinerte Graustufenbild einer Minimum- und Maximumfilterung unterzogen.

Die Differenz aus Maximum- und Minimumbild erzeugt ein Dynamikbild, welches Hinweise auf Regionen mit starken Kanten, z. B. in Textregionen, liefert.

Das Dynamikbild wird im nächsten Schritt mit einer extern vorgebbaren Mindestdynamik verglichen, welche die Empfindlichkeit der Quantisierung und der Textdetektion steuert. In Regionen, deren Dynamik diesen Mindestwert überschreitet, wird ein Quantisierungsschwellwert bestimmt, der sich aus der Hälfte der Summe aus Minimum- und Maximumbild berechnet. In Regionen, deren Dynamik zu gering ist, wird der Quantisierungsschwellwert zunächst auf Null gesetzt.

Da die so bestimmten Schwellwerte starken örtlichen Schwankungen unterliegen und ihre Maxima jeweils im helleren Bereich einer Kante zu finden sind, wird als nächster Schritt eine Mittelwerthildung für alle Schwellwerte ungleich Null durchgeführt. Diese gemittelten Schwellwerte werden jetzt auf angrenzende Pixel ausgedehnt.

Im letzten Schritt werden alle verbleibenden Pixel, für die noch keine Schwellwert existiert, mit einem Kern ausgefüllt, der aus dem Mittelwert über alle Werte ungleich Null gebildet wird. Neu berechnete Werte werden direkt in das Schwellwertbild zurückgeschrieben, wodurch es möglich ist, für alle Pixel des Bildes einen Schwellwert mit nur einem Durchlauf zu bestimmen.

Da das jetzt bestimmte Schwellwertbild kleiner als das Originaldokument ist, muß es zur Quantisierung wieder auf die Originalgröße gebracht werden. Die Vergrößerung erfolgt mittels bilinearer Interpolation. Hierdurch ergeben sich bei der anschließend durchgeführten Quantisierung weniger Störungen als bei einer einfachen Vergrößerung durch Pixelwiederholungen, was zu verbesserten Kodierungsergebnissen für das im folgenden erzeugte binäre Maskenbild führt.

Das erzeugte binäre Quantisierungsbild ist Ausgangspunkt für den zweiten Bereich des erfindungsgemäßen Verfahrens, die Textdetektion.

Ziel der Textdetektion (Segmentierung) ist es, das binäre Maskenbild zu erzeugen, welches eine Pixel-individuelle Zuordnung in Vordergrund- und Hintergrundregionen beschreibt. Textuelle und graphische Strukturen, die zum Vordergrund gehörig detektiert wurden, werden im binären Maskenbild schwarz repräsentiert, Hintergrundregionen weiß.

Die Segmentierung erfolgt erfindungsgemäß, indem, alle verbundenen Regionen gleichen Wertes des Quantisierungsbildes als mögliche Kandidaten für Vordergrundbestandteile beurteilt werden. Dazu werden sie nach diversen Kriterien auf ihre Zugehörigkeit zum Vordergrund hin untersucht. Die als Vordergrund segmentierten Regionen werden in das binäre Maskenbild eingetragen.

Während der Segmentierung ist das Maskenbild zunächst noch nicht binär und kann die Zustände: "noch nicht untersucht", "Vordergrund", "Hintergrund" und "Loch" annehmen.

Als erster Schritt werden alle verbundenen Regionen des Quantisierungsbildes identifiziert. Hierbei wird für Dokumente mit hoher Auflösung eine Vierer-Nachbarschaft verwendet, bei geringen Auflösungen wird eine Achter-Nachbarschaft angewendet.

Sind die Regionen bestimmt, wird eine Größenfilterung durchgeführt. Abhängig von der Auflösung des Dokuments existiert eine Mindestgröße und eine Maximalgröße, die nicht unter- bzw. überschritten werden darf. Regionen, die im zulässigen Bereich liegen, werden weiter untersucht, anderenfalls werden sie verworfen.

Als nächster Schritt erfolgt eine Kantendetektion. Hierzu werden alle Randpixel der Region mit Hilfe an sich bekannter Kantenfilter untersucht, wobei die Kantenaktivität durch den Absolutwert der Filterantwort bestimmt wird.

Um Kanten besser von Rastereffekten oder Rauschen unterscheiden zu können, wird die ermittelte Kantenaktivität mit einem Mindestaktivitätswert verglichen. Ist die Kantenaktivität geringer als dieser Mindestwert, so wird sie zu Null gesetzt.

In einem weiteren Schritt werden jetzt die mittlere und die maximale Kantenaktivität für den Rand der Region und für den Innenbereich der Region zusätzlich die Varianz bestimmt.

Als nächstes wird geprüft, ob sowohl die mittlere als auch die maximale Kantenaktivität über vorgegebenen Mindestwerten liegen und außerdem die Varianz des Innenbereichs einen Maximalwert nicht überschreiten.

Bei positivem Ergebnis wird die aktuelle Region als Vordergrundregion klassifiziert und als solche ins Maskenbild eingetragen. Für den Fall, daß diese Region eine andere bereits als Vordergrund klassifizierte berührt, wird sie als "Loch" eingetragen. Ist der Test negativ, handelt es sich um eine Hintergrundregion, die ebenfalls ins Maskenbild eingetragen wird.

Nach der Klassifizierung wird das Maskenbild binärisiert. Hierzu werden die Vordergrundregionen auf schwarz, alle restlichen Regionen auf weiß gesetzt.

Die Segmentierung kann in vier unterschiedlichen Modi durchgeführt werden: Die bisher beschriebene Verfahrensweise entspricht einem ersten Modus, der auch normalen und inversen Text zu detektieren vermag. Für viele Dokumente, wie z. B. einfache Briefe, in denen kein inverser Text vorkommt, kann ein zweiter Modus verwendet werden, der nur die schwarzen verbundenen Regionen des Quantisierungsbildes untersucht. Ein dritter Modus ist für extrem schwer zu segmentierende Dokumente wie z. B. Landkarten sinnvoll, hierbei werden alle schwarzen Regionen des Quantisierungsbildes automatisch als Vordergrundregionen angenommen, hierdurch lassen sich auch bei schwer zu segmentierenden Dokumenten zufriedenstellende Kodierungsergebnisse erzielen. Der vierte Modus besteht darin, direkt alle Pixel als Hintergrundpixel zu klassifizieren, was bei der Kodierung von reinen Bilddokumenten sinnvoll ist.

Im folgenden werden die Vordergrund- und Hintergrundbilder ermittelt. Hierbei müssen zwei Aspekte erfüllt werden. Einerseits sollen Vordergrundbild bzw. Hintergrundbild die Intensitäten des Originalscans möglichst gut repräsentieren, so daß auch bei fehlerhafter Segmentierung keine visuellen Artefakte entstehen. Andererseits muß die Struktur der entstehenden Bilder möglichst einfach sein, um eine effiziente Kodierung zu gewährleisten.

Anhand des binären Maskenbildes und des Originalbildes wird das verkleinerte Vordergrundbild erzeugt.

Zunächst werden alle zum Vordergrund gehörigen Regionen im binären Maskenbild identifiziert. Da die Randwerte der Regionen fehlerhafte Intensitäten bzw. Farbigkeiten aufweisen, werden die Vordergrundregionen grundsätzlich um

einen Pixel verdünnt, wobei jedoch mindestens das Skelett der Region erhalten bleibt.

Das Originalbild und das verdünnte binäre Maskenbild werden in Blöcke zerlegt. Hierbei entspricht die Kantlänge der Blöcke dem Verkleinerungsfaktor. Enthält ein Block einen Anteil der verdünnten Vordergrundregion, so wird über diesen Anteil der Mittelwert der entsprechenden Pixel des Originaldokuments gebildet und an die korrespondierende Stelle im verkleinerten Vordergrundbild geschrieben. Enthält ein Block keine verdünnte Vordergrundregion, so wird der Wert des Vordergrundbildes zu Null gesetzt.

Danach werden die Vordergrundpixel mit Werten ungleich Null mit einer Mittelwertfilterung für angrenzende Pixel ausgedehnt.

Im letzten Schritt werden alle verbleibenden Pixel ausgefüllt. Hierbei wird jeweils der Mittelwert über alle Werte ungleich Null gebildet. Zur Steigerung der Kodierungseffizienz wird ein konstanter Grauwert als zusätzlicher Anteil mit in die Mittelwertbildung einbezogen, um das Vordergrundbild in Regionen ohne Vordergrundregionen gegen Grau zu dämpfen. Neu berechnete Werte werden direkt in das Vordergrundbild zurückgeschrieben, wodurch es möglich ist, alle Pixel des Bildes mit nur einem Durchlauf zu bestimmen.

Die Bestimmung des Hintergrundbildes entspricht im Prinzip dem Verfahren, das zur Bestimmung des Vordergrundbildes angewendet wird, nur daß jetzt die Verarbeitung mit dem Komplement, dem inversen binären Maskenbild durchgeführt wird.

Zunächst werden alle zum Hintergrund gehörigen Regionen im binären Maskenbild identifiziert. Da die Randwerte der Regionen fehlerhafte Intensitäten bzw. Farbigkeiten aufweisen, werden auch die Hintergrundregionen um einen Pixel verdünnt, wobei jedoch mindestens das Skelett der Region erhalten bleibt.

Das Originalbild und das verdünnte inverse binäre Maskenbild werden wiederum in Blöcke zerlegt, deren Kantlänge jetzt dem Verkleinerungsfaktor für das Hintergrundbild entspricht. Enthält ein Block einen Anteil der verdünnten Hintergrundregion, so wird über diesen Anteil der Mittelwert der entsprechenden Pixel des Originaldokuments gebildet und in das verkleinerte Hintergrundbild geschrieben. Enthält ein Block keine verdünnte Hintergrundregion, so wird das entsprechende Pixel des Hintergrundbildes zu Null gesetzt.

Im nächsten Schritt werden die Hintergrundpixel mit Werten ungleich Null mit einer Mittelwertfilterung für angrenzende Pixel ausgedehnt.

Im letzten Schritt werden alle verbleibenden Pixel ausgefüllt. Hierbei wird jeweils der Mittelwert über alle Werte ungleich Null gebildet. Neu berechnete Werte werden direkt zurückgeschrieben, wodurch es möglich ist, alle Pixel des Hintergrundbildes mit nur einem Durchlauf zu bestimmen.

Sind die drei Bilder: Vordergrund-, Hintergrund- und das binäre Maskenbild nach dem erfindungsgemäßen Verfahren erzeugt worden, werden sie mit an sich bekannten Bildkodern komprimiert.

Die Dekodierung besteht darin, das Vordergrund-, Hintergrund- und das binäre Maskenbild zunächst getrennt zu dekodieren. Die verkleinerten Hintergrund- und Vordergrundbilder werden mittels Interpolation auf die Größe des Maskenbildes vergrößert. Abhängig vom Wert des binären Maskenbildes wird dann das rekonstruierte Bild aus den Pixeln des vergrößerten Hintergrund- bzw. Vordergrundbildes zusammengesetzt.

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden.

Dazu zeigen

Fig. 1 ein Blockschaltbild des Verfahrens

Fig. 2 die Verfahrensschritte bis zur Quantisierung des Originalbildes mit Bestimmung des Schwellwertes

Fig. 3 die Verfahrensschritte der Textdetektion/Segmentierung

Fig. 4 die Verfahrensschritte zur Bestimmung des Vordergrundbildes

Fig. 5 die Verfahrensschritte zur Bestimmung des Hintergrundbildes

Fig. 6 das Beispiel eines Originaldokumentes

Fig. 7 das Quantisierungsbild des Originaldokumentes

Fig. 8 das Segmentierungsergebnis

Fig. 9 das verfahrensgemäße Vordergrundbild

Fig. 10 das verfahrensgemäße Hintergrundbild

Fig. 11 die dekodierte Rekonstruktion des Originaldokumentes.

Im Beispiel liegt das Originaldokument (Fig. 6) als farbiges Dokument mit schwarzen und farbigen Textanteilen in einer Auflösung von 300 dpi vor, welches zunächst gem. Fig. 2 in ein Graustufenbild zur Bestimmung des lokal variablen Schwellwertbildes und zwei Farbdifferenz-Komponentenbilder umgewandelt wird. Das Graustufenbild wird durch eine Tiefpaßfilterung mit anschließender Unterabtastung auf 150 dpi verkleinert. Das verkleinerte Graustufenbild wird danach im Rahmen einer lokalen Dynamikanalyse einer Maximum-/Minimumfilterung mit  $3 \times 3$  Kernen unterzogen. Aus der Differenz zwischen Maximum- und Minimumbild entsteht ein Dynamikbild, welches im nächsten Schritt mit einer Minstdynamik von 55 verglichen wird. Für Bereiche, welche diesen Mindestwert überschreiten, wird die Zugehörigkeit zu einer Textregion angenommen und ein Quantisierungs-Schwellwert aus der Hälfte der Summe aus Maximum- und Minimumbild berechnet, während für Regionen mit geringerer Dynamik dieser Quantisierungsschwellwert zunächst gleich Null gesetzt wird. Alle Schwellwerte ungleich Null werden anschließend einer Mittelwertbildung mit einem  $3 \times 3$  Kern unterzogen. Diese gemittelten Schwellwerte werden dann mit einer weiteren  $5 \times 5$  Mittelwertfilterung auf die angrenzenden Pixel ausgedehnt. Pixel, für die noch kein Schwellwert existiert, werden abschließend mit einem  $7 \times 7$  Kern ausgefüllt. Mittels bilinearer Interpolation wird das Schwellwertbild zur Quantisierung wieder auf Originalgröße gebracht. Durch Vergleich des Graustufenbildes mit dem Schwellwertbild entsteht gem. Fig. 7 ein binäres Quantisierungsbild als Grundlage für die anschließende Textdetektion (Segmentierung) gem. Fig. 3.

Hierzu werden zunächst alle verbundenen Regionen des gem. Fig. 2 erzeugten Quantisierungsbildes identifiziert, wobei im Beispiel eine Vierer-Nachbarschaft angewendet wird. Im Rahmen der anschließenden Größenfilterung werden eine Mindest- und eine Maximalgröße für jede zu untersuchende Region vorgegeben, die nicht unter-/überschritten werden darf. Regionen außerhalb dieses Bereiches werden im weiteren verworfen. Danach erfolgt eine nicht-lineare Kantendetektion durch Untersuchung aller Randpixel der betreffenden Region mit Hilfe je eines an sich bekannten horizontalen und vertikalen Sobelfilters und eines Laplacefilters. Die ermittelte Kantenaktivität wird mit einem Mindestaktivitätswert verglichen und bei dessen Unterschreitung zu Null gesetzt. Die mittlere und maximale Kantenaktivität sowie Varianz des Innenbereiches werden in einem nächsten Schritt bestimmt und anschließend geprüft, ob sowohl die mittlere als auch die maximale Kantenaktivität über vorgegebenen Mittelwerten liegen und die Varianz des Innenbereiches einen Maximalwert nicht überschreitet. Bei positivem Ergebnis wird die aktuelle Region als Vordergrundregion klassifiziert und in das Maskenbild eingetragen. Be-

rührt sie eine andere bereits eingetragene Vordergrundregion, wird sie als "Loch" registriert. Bei negativem Ergebnis wird die untersuchte Region als Hintergrundregion in das Maskenbild eingetragen. Anschließend wird das klassifizierte Maskenbild binärisiert, indem alle Vordergrundregionen auf "schwarz", die Hintergrundregionen und "Löcher" auf "weiß" gesetzt werden (Fig. 8). Die Segmentierung des Beispieldokumentes erfolgt gemäß Modus 1.

Aus dem binären Maskenbild und dem Originalbild wird gem. Fig. 4 das verkleinerte Vordergrundbild erzeugt, indem alle Vordergrundregionen zunächst um einen Pixel verdünnt werden und an Hand dieses verdünnten, binären Maskenbildes das Original auf ein Drittel seiner Größe verkleinert wird. Dazu werden sowohl Maskenbild als auch Originalbild in Blöcke von  $3 \times 3$ -Pixeln zerlegt. Über Anteile der verdünnten Vordergrundregion innerhalb eines solchen  $3 \times 3$ -Blockes wird der Mittelwert dieser Pixel in das verkleinerte Vordergrundbild übernommen. Enthält der  $3 \times 3$ -Block keine verdünnte Vordergrundregion, wird das entsprechende Pixel zu Null gesetzt. Die Vordergrundpixel mit Werten größer Null werden anschließend mit einer  $5 \times 5$ -Mittelwertfilterung ausgedehnt und die verbleibenden Pixel mit einem  $5 \times 5$ -Kern ausgefüllt, wobei ein konstanter Grauwert als zusätzlicher Anteil in die Mittelwertbildung einbezogen wird. Zur Bestimmung des Hintergrundbildes gem. Fig. 5 werden alle zum Hintergrund gehörigen Regionen im binären Maskenbild identifiziert und die Hintergrundregionen ebenfalls um ein Pixel verdünnt. Anschließend erfolgt die Zerlegung von Originalbild und verdünnten Maskenbild in  $3 \times 3$ -Blöcke. Danach wird analog dem Verfahrensschritt "Bestimmung des Vordergrundbildes" weiter verfahren.

Das Ergebnis ist in Fig. 10 dargestellt.

Die gemäß Beispiel erzeugten Bilder "Vordergrund", "Hintergrund" und "binäres Maskenbild" werden anschließend mit an sich bekannten Bildkodern komprimiert, das Maskenbild beispielsweise mittels "Fax Group 4", Vordergrund und Hintergrundbild mittels Wavelet-Kodierung. Die Dekodierung erfolgt für die drei Teilbilder getrennt, indem die verkleinerten Vorder- und Hintergrundbilder durch lineare Interpolation auf die Größe des binären Maskenbildes gebracht werden. Für einen schwarzen Wert des binären Maskenbildes wird das rekonstruierte Bild aus den Pixeln des Vordergrundbildes, für einen weißen Wert aus den Pixeln des Hintergrundbildes zusammengesetzt.

Mit dem dargestellten erfindungsgemäßen Datenkompressionsverfahren wird damit die Kompression gescannter Dokumente ohne Einschränkung an deren Beschaffenheit, wie beispielsweise heller Hintergrund, rechteckige Abbildungen, exakte Trennung von Bild- und Textbestandteilen, ermöglicht. Der Aufwand an Rechenzeit und Speicherkapazität wird hinaus deutlich gesenkt. Darüber hinaus können unterschiedliche Dokumentenklassen und Bilder erstmalig nach einem einheitlichen Verfahren komprimiert werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompression von gescannten Farb- und/oder Graustufendokumenten, wobei das digitale Bild des gescannten Dokumentes in drei Bildebenen, ein Vordergrundbild, ein Hintergrundbild und ein binäres Maskenbild zerlegt, aus dem Originaldokument ein lokal variables Schwellwertbild hergestellt und durch Quantisierung (Binärisierung) mit dem Originalbild ein bitonales Quantisierungsbild erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet**,

- daß die Quantisierung anhand eines definiert verkleinerten Originalbildes durchgeführt wird,
- daß aus dem Quantisierungsbild und dem Ori-

ginalbild eine Textdetektion (Segmentierung) erfolgt, welche das Dokument in Vordergrund- und Hintergrundregionen unterteilt,

- daß bestimmte Regionen, insbesondere Text und graphische Elemente, dem Vordergrundbild, Texthintergrund und Bilder dem Hintergrundbild zugeordnet werden,

- daß das Ergebnis der Segmentierung in einem binären Maskenbild von der Größe des Originalbildes abgelegt wird,

- daß das aus Originalbild und Maskenbild mit gegenüber dem Originalbild reduzierter Auflösung erzeugte Vordergrundbild die Farbigkeit der Vordergrundregionen beschreibt,

- daß aus Originalbild und bitonalem Maskenbild das Hintergrundbild mit gegenüber dem Originalbild reduzierter Auflösung erzeugt wird, und

- daß binäres Maskenbild, Vordergrundbild und Hintergrundbild anschließend mit einem an sich bekannten Bildkoder kodiert werden (Fig. 1).

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Quantisierung (Binärisierung) des Originaldokumentes in zwei Schritten erfolgt, indem zuerst adaptiv ein lokal variabler Schwellwert aus dem verkleinerten Originalwert bestimmt und danach mit der Grauwertrepräsentation in Größe des Originaldokumentes verglichen wird,

- daß farbige Originaldokumente in ein Graustufenbild und zwei Farbdifferenzkomponentenbild umgewandelt werden,

- daß das Graustufenbild durch eine Tiefpaßfilterung mit anschließender Unterabtastung auf eine geeignete Größe verkleinert wird,

- daß durch lokale Dynamikanalyse des verkleinerten Graustufenbildes ein Dynamikbild erzeugt wird,

- daß das Dynamikbild mit einer extern vorgebaren Mindestdynamik verglichen wird, welche die Empfindlichkeit der Quantisierung und der Textdetektion (Segmentierung) steuert,

- daß bei Überschreiten dieses Mindestwertes aus der Hälfte der Summe aus Minimum-/Maximumbild ein Quantisierungsschwellwert bestimmt wird,

- daß in Regionen mit zu geringer Dynamik der Quantisierungsschwellwert auf Null gesetzt wird,

- daß eine Mittelwertbildung für alle Schwellwerte ungleich Null durchgeführt wird und die gemittelten Schwellwerte tiefpaßgefiltert ausgedehnt werden,

- daß das Schwellwertbild mittels bilinearer Interpolation vergrößert und mit dem Graustufenbild des Originals verglichen wird (Fig. 2).

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß das binäre Quantisierungsbild und das Originalbild einer Textdetektion (Segmentierung) unterzogen werden, wozu alle verbundenen Regionen eines zulässigen Größenbereiches ausgewählt werden,

- daß alle verbundenen Regionen des Quantisierungsbildes gleichen Wertes hinsichtlich ihrer Eignung als Vordergrundbestandteile beurteilt werden,

- daß die als Vordergrund segmentierten Regionen in das binäre Maskenbild eingetragen werden,

- daß die Segmentierung in Abhängigkeit von

Dokumententyp nach vier unterschiedlichen Modi durchführbar ist.

- daß das im Ergebnis der Segmentierung erzeugte binäre Maskenbild eine Pixel-individuelle Zuordnung aller Dokumentenbereiche in Vorder- und Hintergrundregionen ermöglicht (Fig. 3).

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

- daß das verkleinerte Vordergrundbild hergestellt wird, indem sowohl das verdünnte binäre Maskenbild als auch das Originalbild in Blöcke zerlegt und die Mittelwerte der verdünnten Vordergrundregionen dieser Blöcke in das verkleinerte Vordergrundbild eingetragen, ausgedehnt und anschließend die noch nicht bestimmten Regionen des Vordergrundbildes durch Mittelwertbildung über die bestimmten Regionen ausgefüllt werden, wobei ein konstanter Grauwert als zusätzlicher Anteil in die Mittelwertbildung einbezogen wird (Fig. 4).

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,

- daß das verkleinerte Hintergrundbild hergestellt wird, indem sowohl das verdünnte binäre Hintergrund-Maskenbild als auch das Originalbild in Blöcke zerlegt und die Mittelwerte der verdünnten Hintergrundregionen dieser Blöcke in das verkleinerte Hintergrundbild eingetragen, ausgedehnt und anschließend die noch nicht bestimmten Regionen des Hintergrundbildes durch Mittelwertbildung über die bestimmten Regionen ausgefüllt werden (Fig. 5).

6. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet,

- daß das Graustufenbild durch Tiefpaßfilterung auf die Hälfte des Originals verkleinert und im Rahmen einer lokalen Dynamikanalyse einer Maximum-/Minimumfilterung mit  $3 \times 3$  Kernen unterzogen wird,  
- daß die mit  $3 \times 3$  Kernen gemittelten Schwellwerte mit einer weiteren  $5 \times 5$  Mittelwertfilterung auf die angrenzenden Pixel ausgedehnt werden,  
- daß die Bereiche ohne Schwellwert abschließend mit einem  $7 \times 7$  Kern ausgefüllt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

- daß alle Regionen des Quantisierungsbildes nacheinander einer Prüfung unterzogen werden,  
- daß zusammenhängende Regionen des Quantisierungsbildes gleichen Wertes einer Größenfilterung unterzogen werden, welche sehr kleine und sehr große Regionen eliminiert,  
- daß die Ränder der Regionen einer Kantenaktivitätsprüfung unterzogen werden, die Regionen mit geringer Kantenaktivität eliminiert,  
- daß der Innenbereich der Regionen einer Varianzbestimmung unterzogen wird, die Regionen zu Varianz eliminiert,  
- daß die erhaltenen Regionen als Vordergrund klassifiziert werden, sofern sie keine andere Textregion berühren.

8. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,

- daß die Verfahrensschritte der Segmentierung (Fig. 3) nach einem ersten Modus für normalen und inversen Text durch Untersuchung weißer und schwarzer verbundener Regionen des Quantisierungsbildes durchgeführt werden,

- daß die Verfahrensschritte der Segmentierung (Fig. 3) nach einem zweiten Modus durchgeführt werden, der nur die schwarzen verbundenen Regionen des Quantisierungsbildes untersucht,

- daß die Verfahrensschritte der Segmentierung (Fig. 3) nach einem dritten Modus durchgeführt werden, der alle schwarzen Regionen des Quantisierungsbildes automatisch als Vordergrundregion registriert,

- daß die Verfahrensschritte der Segmentierung (Fig. 3) nach einem vierten Modus als Bildcodierung durchgeführt werden, indem alle Pixel direkt als Hintergrundpixel klassifiziert werden.

9. Verfahren nach Ansprüchen 1, 4 und 5, dadurch gekennzeichnet,

- daß das binäre Maskenbild und das Originalbild in Blöcke der Größe  $3 \times 3$  Pixel unterteilt werden,

- daß für jeden Block der Mittelwert derjenigen Pixel des Originalbildes gebildet wird, die zur verdünnten Vordergrund- bzw. Hintergrundregion gehören,

- daß die bestimmten Vordergrund- bzw. Hintergrundpixelintensitäten mit einem  $5 \times 5$  Mittelwertfilter auf angrenzende Pixel ausgedehnt werden,

- daß die verbleibenden Pixel mit einem weiteren  $5 \times 5$  Mittelwertfilter ausgefüllt werden,

wobei für das Vordergrundbild ein konstanter Grauwert mit in die Mittelwertfilterung einbezogen wird.

---

Hierzu 11 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

**BEST AVAILABLE COPY**

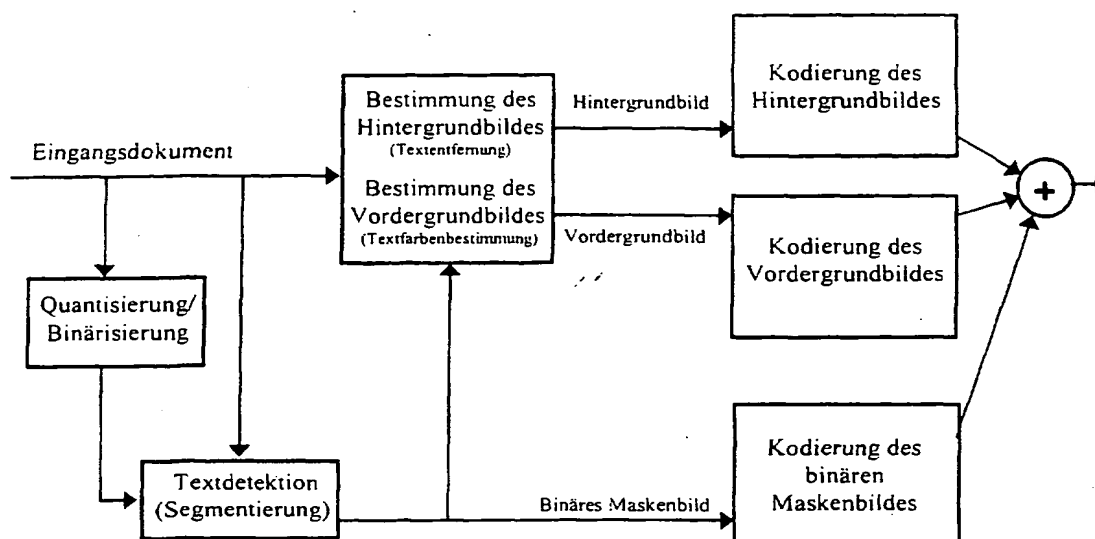


Fig. 1.: Blockschaltbild des beschriebenen Dokumentenkompressionsverfahrens



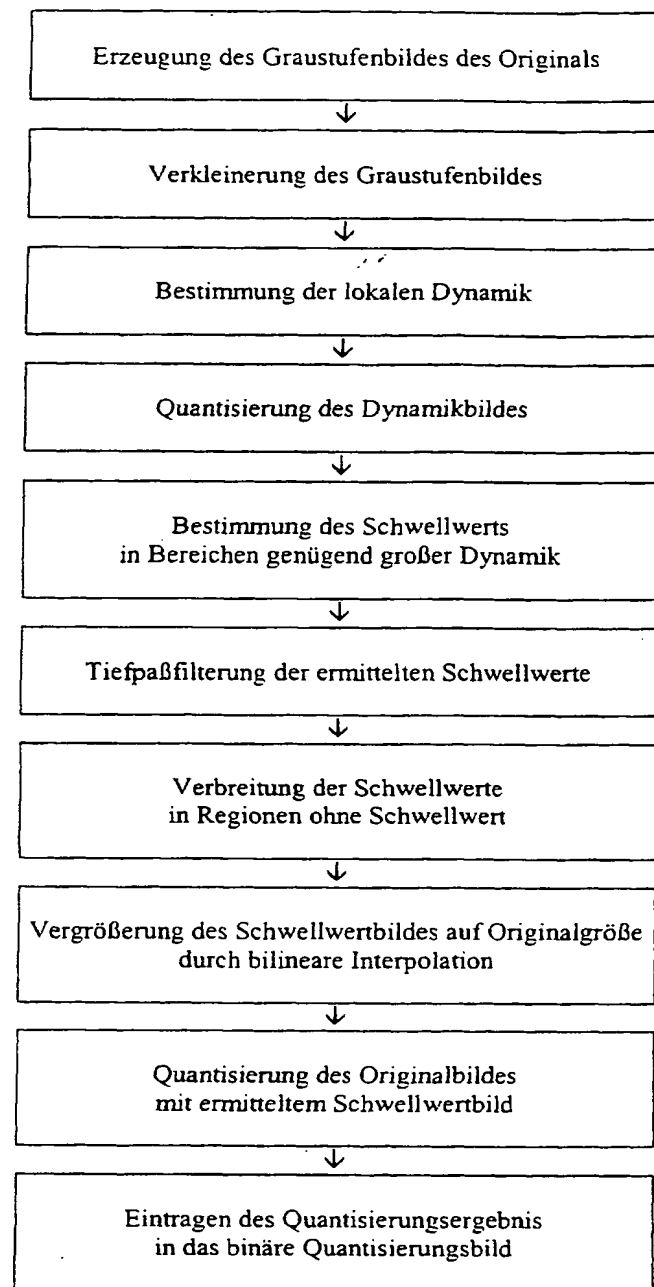


Fig. 2: Detaillierte Darstellung der Arbeitsschritte zur adaptive Bestimmung des lokal variablen Schwellwerts und Quantisierung

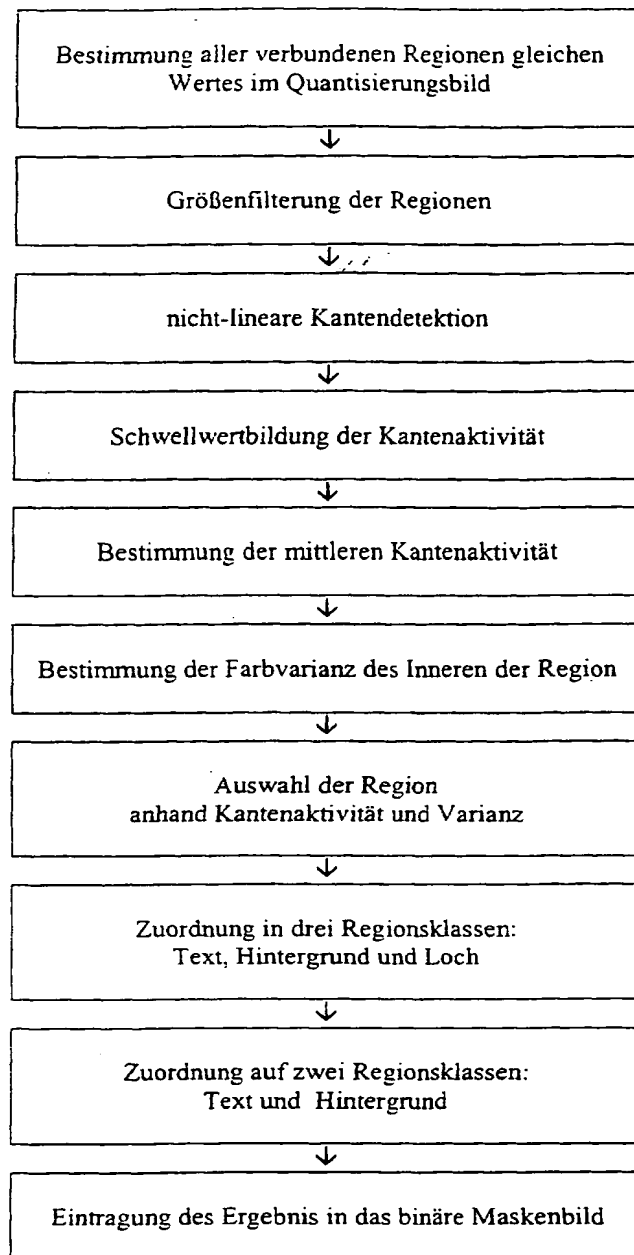


Fig. 3: Detaillierte Darstellung der Arbeitsschritte zur Textdetektion / Segmentierung

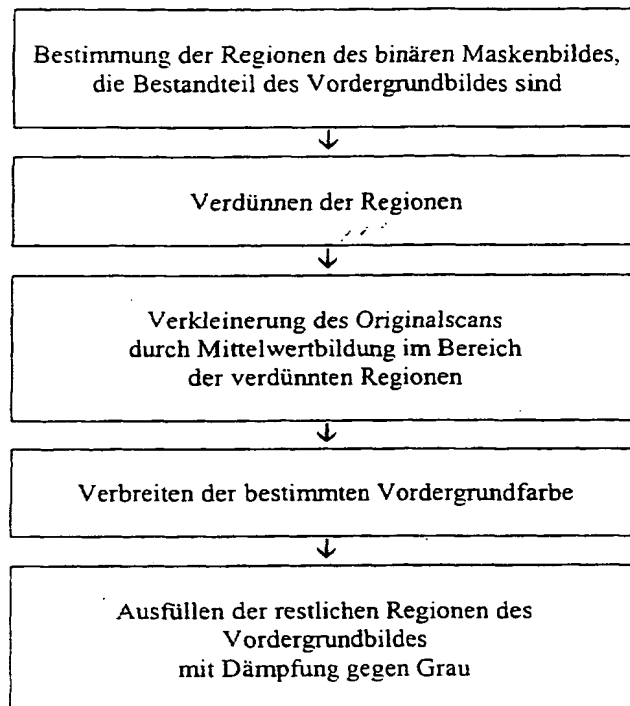


Fig. 4: Detaillierte Darstellung der Arbeitsschritte zur Bestimmung des Vordergrundbildes

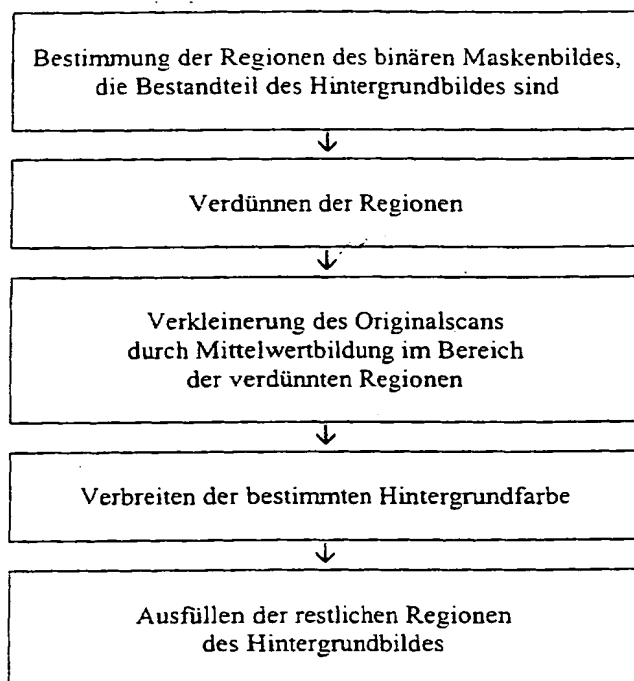


Fig. 5. Detaillierte Darstellung der Arbeitsschritte zur Bestimmung des Hintergrundbildes



Fig. 6 Originaldokument

**104 Der Kinoschreck**

Die indiskrete Website eines Texaners läßt Hollywoods Filmindustrie zittern

**110 Fußball 2000**

Minisender für die Spieler, Reporter auf dem digitalisierten Spielfeld – die Software-Ideen einer israelischen Firma bringen Fußball-Übertragungen in Schwung

**112 Tod eines Hackers**

Karl Koch war jung und ein Computer-genie. Aus seinem Leben und Sterben hat ein deutscher Regisseur jetzt einen Film gemacht

**118 Internet-Paparazza**

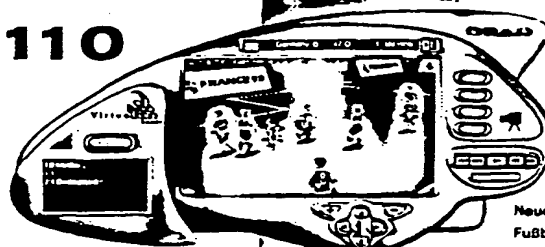
Eine hübsche Blondine geht jede Nacht in New York auf Promi-Jagd. Die Bilder, die sie macht, werden live via Internet übertragen

**120 Das Ende der Körper**

Für die nächste Evolutionsstufe sollte sich der schwächliche Mensch mit den perfekten Maschinen verbinden – glaubt Stelarc, ein Künstler aus Australien

**134 Die Zukunft des Internets**

Die sechs wichtigsten Entwicklungen im Überblick

**110**

Neue Ideen für Fußball-Übertragungen

**140**

Großer Navigations-Test – mit GPS steht man nie im Wald

## wissenschaft.technik

**140 GPS geprüft**

Mobile Navigatoren – getestet zu Lande, zu Wasser und in der Luft

**146 Suche nach E.T.**

Seit Jahren forschen Wissenschaftler nach außerirdischem Leben. Dank einer neuen Software könnte Ihr privater Rechner bei der Suche helfen

**148 Die PC-Piloten**

Cockpit im Arbeitszimmer, Wochenenden in der Probekapsel – immer mehr Deutsche heben am Flugsimulator ab

**156 Samenspende aus dem Netz**

In Kalifornien kann Frau online den richtigen Partner für die künstliche Befruchtung auswählen

**160 Der Rechner als Prügelknabe**

In Schwerin schlagen die besten Boxer Deutschlands auf ein Kissen ein – der Computer wartet alles aus

**168 High-Tech zum Träumen**

Die heißesten Produkte für den Herbst



Schauplatz Schwerin:  
Boxer vs. Rechner

**160****179**

## rubriken

read me 3 monitor 8 fragebogen 16  
modernste zeiten 93 scanner politik/  
wirtschaft 94 impressum 95  
useless information 109 scanner  
kultur/medien 126 spieltrieb 128  
scanner wissenschaft/technik 174  
konrad-Guide Erotik 179 mailbox 194  
zurück in die zukunft 196

konrad 5

Fig. 7 Quantisierungsbild

- 104 Der Kinoschreck**  
Die indiskrete Website eines Texaners läßt Hollywoods Filmindustrie zittern
- 110 Fußball 2000**  
Minisender für die Spieler, Reporter auf dem digitalisierten Spielfeld – die Software-Ideen einer israelischen Firma bringen Fußball-Übertragungen in Schwung
- 112 Tod eines Hackers**  
Karl Koch war jung und ein Computer-genie. Aus seinem Leben und Sterben hat ein deutscher Regisseur jetzt einen Film gemacht
- 118 Internet-Paparazza**  
Eine hübsche Blondine geht jede Nacht in New York auf Promi-Jagd. Die Bilder, die sie macht, werden live via Internet übertragen
- 120 Das Ende der Körper**  
Für die nächste Evolutionsstufe sollte sich der schwächliche Mensch mit den perfekten Maschinen verbinden – glaubt Stelarc, ein Künstler aus Australien
- 134 Die Zukunft des Internets**  
Die sechs wichtigsten Entwicklungen im Überblick

## wissenschaft-technik

- 140 GPS geprüft**  
Mobile Navigatoren – getestet zu Lande, zu Wasser und in der Luft
- 146 Suche nach E.T.**  
Seit Jahren forschen Wissenschaftler nach außerirdischem Leben. Dank einer neuen Software könnte ihr privater Rechner bei der Suche helfen
- 148 Die PC-Piloten**  
Cockpit im Arbeitszimmer, Wochenenden in der Probekapsel – immer mehr Deutsche heben am Flugsimulator ab
- 156 Samenspende aus dem Netz**  
In Kalifornien kann frau online den richtigen Partner für die künstliche Befruchtung auswählen
- 160 Der Rechner als Prügelknabe**  
In Schwerin schlagen die besten Boxer Deutschlands auf ein Kissen ein – der Computer werlt alles aus
- 168 High-Tech zum Träumen**  
Die heißesten Produkte für den Herbst

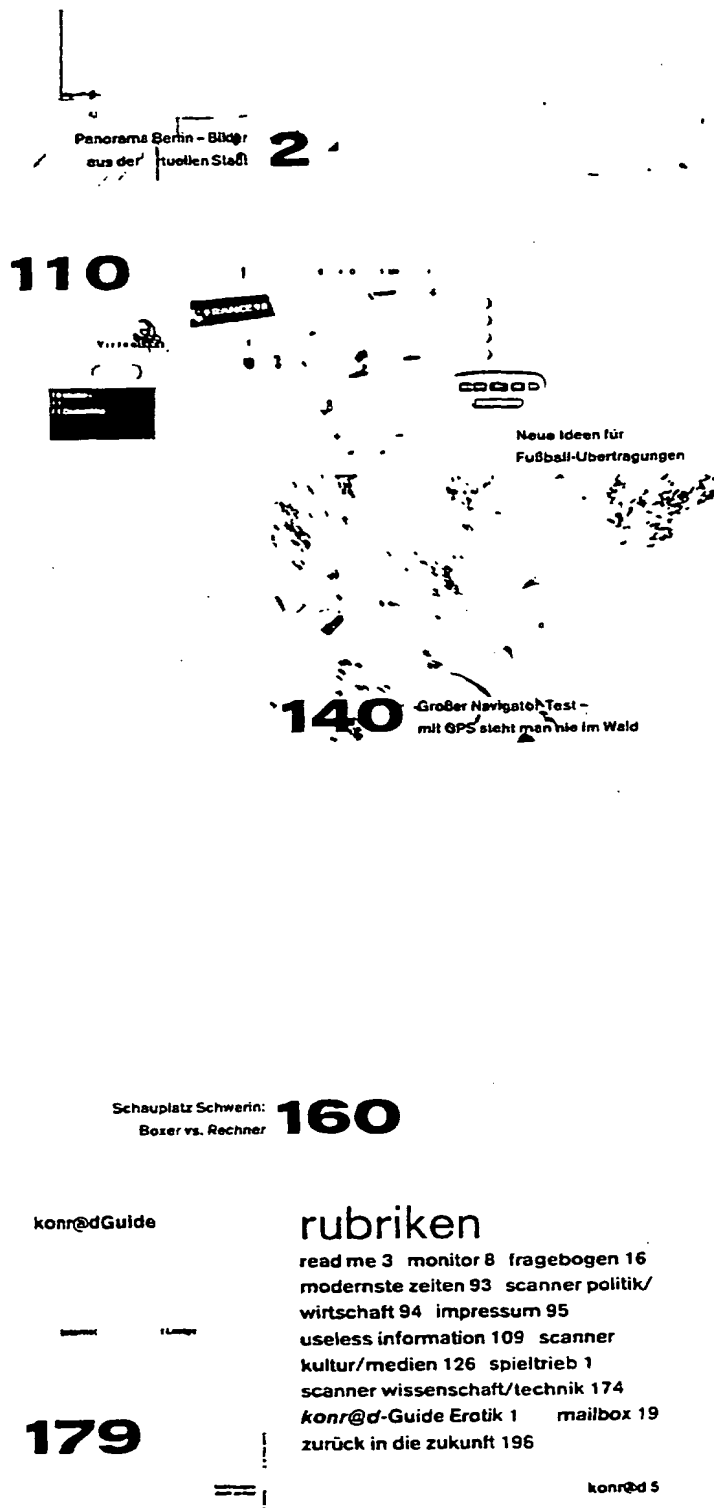


Fig. 8 Segmentierungsergebnis

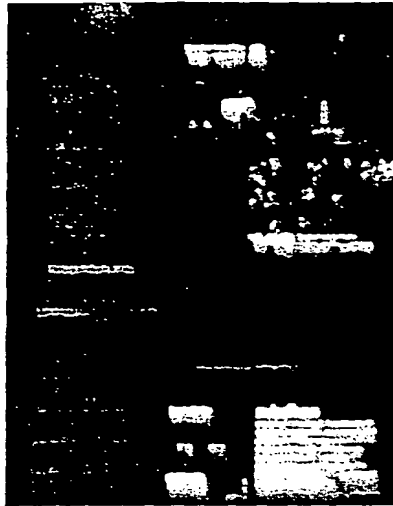


Fig. 9 Vordergrundbild





**Fig. 10** Hintergrundbild



Fig. 11 dekodierte Rekonstruktion

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**